

真菌试验

Experimental Mycology



1982

Experimental Mycology Experimental Mycology Experimental Mycology Experimental M

福建三明地区真菌研究所

江南大学图书馆



91218241

真菌试验



目 录

专题报告

- 1. 银耳的生物学及其栽培..... 1

文献综述

- 2. 香菇的栽培技术 香菇的生物学..... 15

专题讨论

- 3. 双孢蘑菇制种、选种、育种和保种技术商榷..... 26
- 4. 略谈食用菌的代料栽培..... 29

实验报告

- 5. 凤尾菇的引种试验..... 37
- 6. 朴菇袋式栽培的研究..... 42
- 7. 朴菇生料床栽试验初报..... 47

病害防治

- 8. 木霉及其生态防治..... 48

译 文

- 9. 蘑菇菌株的改良..... 53
- 10. 蘑菇的形态发生：蛋白质和酶活性的变化..... 59
- 11. 蘑菇菌丝长满后堆肥中真菌的类群..... 63
- 12. 八株蘑菇菌种用液氮低温保藏和反复营养繁殖后生产性能的比较..... 71
- 13. 香菇段木中菌丝生长量与产菇量的关系..... 75
- 14. 香菇子实体的发生和菇木营养的动态..... 78
- 15. 香菇菌株的生化性质..... 81
- 16. 白木耳..... 89
- 17. 银耳子实体酸性异多糖和银耳芽孢酸性异多糖结构的比较研究..... 96
- 18. 两种平菇类快速生长的培养基..... 107
- 19. 平菇生长的研究..... 110

20. 平菇的栽培：不同栽培条件对产量的影响	116
21. 供食用的平菇菇柄加工的初步实验	122
22. 凤尾菇的栽培和营养价值	126
23. 加氮肥对草菇产量的影响	130
24. 草菇菌种生产及其生活力	135
25. 黄伞的生育温度	137
26. 黑木耳的培养方法	141
27. 乌克兰食用菌的培养研究	146
28. 1971—1974/捷克斯洛伐克各种食用菌的栽培试验	150
29. 台湾省食用菌的栽培概况	151
30. 香港食用菌消费的情况	158
31. 胡桃肉状菌的耐热性、某些生物学特性和预防方法	163

文 摘

32. 平菇的室内栽培等	173
--------------	-----

中国名菜谱

香菇鱿鱼汤	181
梅花冬菇	181

食治配方

茯苓包子	181
虫草鸭子	182

港澳市场

香菇饮料——身健力	182
美嘉乐桂花银耳露在港上市	182

外事活动

日本全农椎茸（香菇）考察团应邀前来我区考察访问	182
-------------------------	-----

银耳的生物学及其栽培

黄年来

(福建三明真菌研究所)

一、绪 言

银耳，又称白木耳 (*Tremella fuciformis* Berk.) 是我国一种经济价值最高的，最珍贵的，胶质的食用菌和药用菌。它不仅和其他山珍海味一样是席上的珍品，而且在祖国的医药中也是一种久负盛名的良药。我国历代的医学家都认为，银耳是一种长生不老的灵药，有“强精、补肾、润肺、生津、止咳、降火、润肠、益胃、补气、和血、强心、壮身、补脑、提神、美容、嫩肤、延年、益寿”之功。据张仁安《本草诗解药性注》云，“此物有麦冬之润而无其寒，有玉竹之甘而无其腻，诚润肺滋阴要品”。足与人参、鹿茸、燕窝匹美，据《中国药物大辞典》云，“本品入肺、脾、胃、肾、大肠五经，主治肺热咳嗽，肺燥干咳，久咳喉痒，咳痰带血或痰中血丝或久咳络伤胁痛、及肺病、肺痿、妇人月经不调，肺热胃炎，大便闭结，大便下血”。简而言之，银耳是一种药效神奇的中药。

二、营养价值和药用价值

如上所述，银耳是一种用途很广，药效神奇的中药，但究竟是什么成分赋与它那么奇异的疗效呢？通过国内外许多研究者的共同努力，这个谜目前已逐渐揭开了。从营养学和医药学的角度来看，银耳中的必需氨基酸、酸性异多糖 (Acidic heteroglucan)，有机磷，有机铁等化合物对人体是十分有益的。特别是银耳酸性异多糖能提高人体的免疫能力，起扶正固本的作用，对老年慢性支气管炎，肺源性心脏病有显著疗效，能提高肝脏的解毒能力，起护肝作用，并能提高机体对原子能辐射的防护能力，对实验动物的移植性肿瘤有一定的抑制作用。现择主要的分析材料于下依参考：

1. 银耳的一般成分

(据岩出亥之助)

产地及等级	水分	粗蛋白	纯蛋白	灰分	粗纤维	粗脂肪	可溶性非含氮物质				麦角司台林	热量大卡
							水溶性物质	甘露醇	菌糖	戊糖胶		
四川甲级	15.46	7.59	6.83	2.05	19.05	5.52	67.04	2.27	2.27	1.17	0.017	2.43

2. 银耳氨基酸的组成*

种 类	段木栽培的银耳		木屑栽培的银耳		备 注
	游离氨基酸 含量 %	残基氨基酸 含量 %	游离氨基酸 含量 %	残基氨基酸 含量 %	
必需的					
异亮氨酸	0.23	0.19	0.52	0.45	
亮氨酸	0.41	0.35	0.84	0.72	
赖氨酸	0.39	0.35	0.93	0.82	
蛋氨酸	0.09	0.08	0.16	0.14	
苯丙氨酸	0.29	0.26	0.51	0.46	
苏氨酸	0.27	0.23	0.698	0.59	
缬氨酸	0.24	0.21	0.59	0.50	
酪氨酸	0.26				
色氨酸	1.16	1.06	0.24	0.22	色氨酸含量不准确因为用 盐酸水解时, 估计损失60%
非必需的					
丙氨酸	0.32	0.26	0.74	0.59	
精氨酸	0.59	0.53	1.59	1.43	
天门冬氨酸	0.47	0.41	1.25	1.09	
胱氨酸	0.02	0.02	0.11	0.11	
甘氨酸	0.26	0.19	0.67	0.51	
组氨酸	0.21	0.19	0.298	0.26	
脯氨酸	0.26	0.22	0.62	0.52	
丝氨酸	0.31	0.26	0.64	0.53	
谷氨酸	0.59	0.52	1.56	1.37	
氨	0.47	0.47	0.58	0.58	
半胱氨酸	0.016	0.014	0.009	0.008	} 因含量低计算不够准确
羟脯氨酸	0.134	0.115	0.054	0.046	
共 计	6.99	6.17	13.13	11.40	

*: 由原青海省畜牧科学研究所协助分析1979.2.1 上述数据是用风干样品, 盐酸水解法测定的结果, 用日本日立公司制造的KLA-5型自动氨基酸分析器测定的。

从上表中可以看出, 瓶栽银耳氨基酸含量比段木栽培的银耳的氨基酸含量有显著的提高, 只要我们继续改进培养基的组分, 瓶栽银耳的质量一定能达到国家收购的要求。

3. 银耳DNA的组成

	54.50	引自 Nakase 和 Komaga 1968
银耳子实体	49.71	光谱分析法 引自 Writer(a)
	51.32	纸层分析法 引自 Writer (b)

*银耳 DNA 的吸收率 (在 0.1N 的乙酸中)

银耳子实体的 DNA	E230/E260	0.522
	E280/E260	0.512

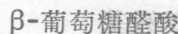
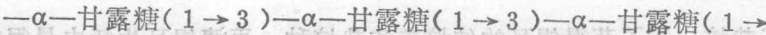
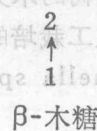
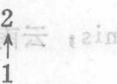
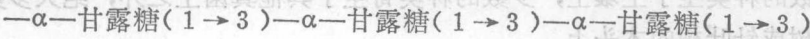
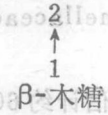
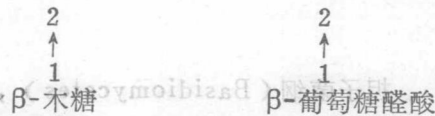
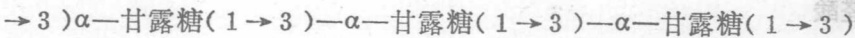
4. 银耳子实体及银耳酵母状分生孢子胞外酸性异多糖的组成和结构

鹤饲茂夫等人(1972, 1974年), 为了测定银耳的营养价值和生物学活性物质。从银耳子实体的水提取液和碱性提取液中分离出对小白鼠肉瘤—180有明显抗肿瘤活性的酸性异多糖, 并提出这种酸性异多糖是由木糖, 葡萄糖醛酸、甘露糖组成的, 分子中含有乙酰基。

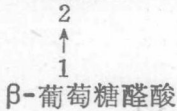
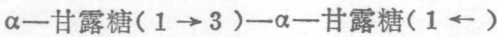
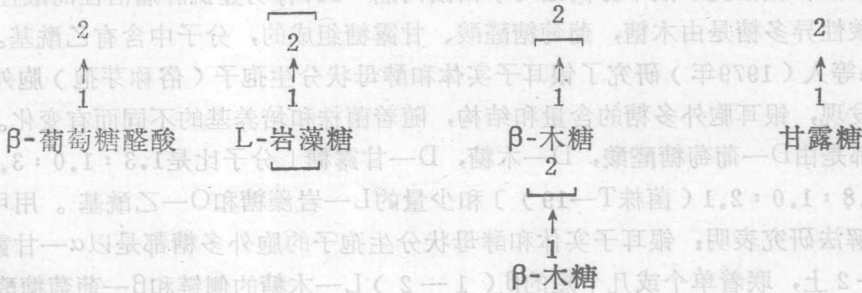
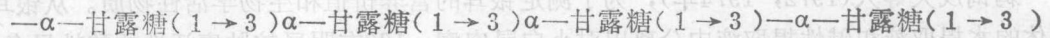
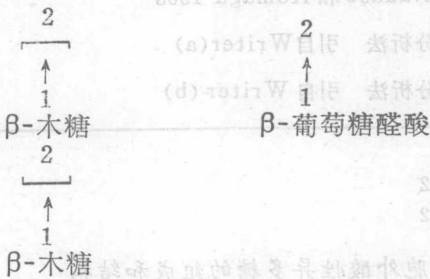
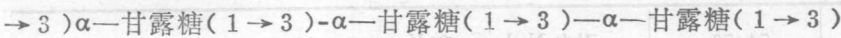
Kakuta等人(1979年)研究了银耳子实体和酵母状分生孢子(俗称芽孢)胞外多糖的结构。他们发现, 银耳胞外多糖的含量和结构, 随着菌株和培养基的不同而有变化。但基本成分相似, 都是由D—葡萄糖醛酸, D—木糖, D—甘露糖〔分子比是1.3:1.0:3.5(菌株T—7)和0.8:1.0:2.1(菌株T—19)〕和少量的L—岩藻糖和O—乙酰基。用甲基化为Smith的降解法研究表明: 银耳子实体和酵母状分生孢子的胞外多糖都是以 α —甘露聚糖为主链, 在C—2上, 联着单个或几个短的 β (1—2)L—木糖的侧链和 β —葡萄糖醛酸, 以及少量的岩藻糖。

银耳酸性异多糖的结构

①银耳子实体



② 银耳酵母状分生孢子 (菌株 T-7 和 T-19)



三、银耳的植物学性质

银耳隶属于真菌门 (Eumycophyta)、担子菌纲 (Basidiomycetes)，异隔担子菌亚纲 (Heterobasidiae)，银耳目 (Tremellales)、银耳科 (Tremellaceae)，银耳属 (Tremella)。

据 G. C. Ainsworth 和 Bisby 统计银耳属约 40 种 (据国内学者估计约 60 余种)，分布于全世界。除了少数的种类生于土壤上，少数的种类寄生于其他真菌上之外，绝大多数的种都腐生于各种阔叶树或针叶树的木头上。

目前国内已经能够进行人工栽培的只有银耳 *Tremella fuciformis*，云南黄木耳 *Tremella aurantia*，药耳 *Tremella sp.* 三种。

四、银耳的生活史

为了进行银耳的人工栽培，为了获得银耳的纯培养和栽培种，弄清银耳生活史是很重要的。

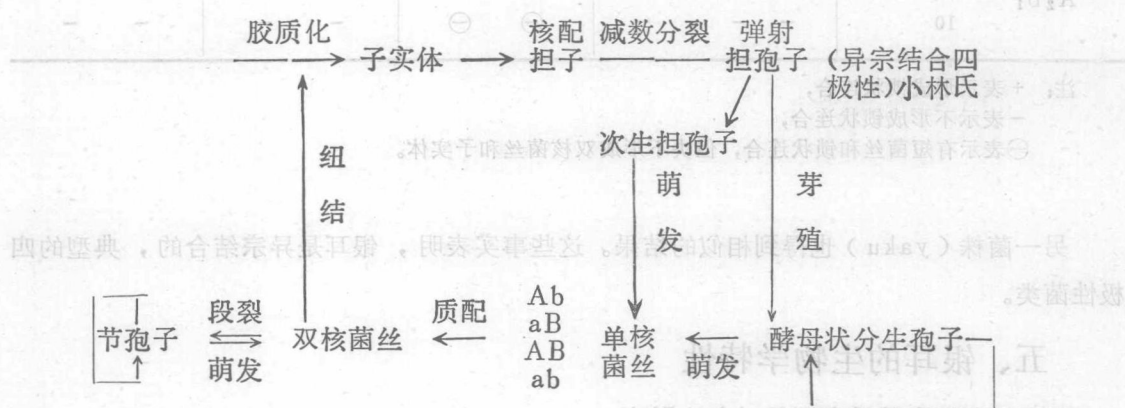
注：〔 〕表示菌株 T-7 中缺少的糖的残基

从十八世纪以来，国内外就有许多学者研究过银耳的生活史，但资料都不完善。据 Brefeld 和 Lindau 的研究，担孢子芽殖 (Budding) 产生酵母状分生孢子 (yeast-like [levuiform] Conidia) 是银耳属的特征。银耳也同样产生酵母状分生孢子。

1965年小林義雄和椿啓介通过若干形态观察和生理实验，曾认为银耳的酵母状分生孢子和新型隐球酵母 *Cryptococcus neoformans* 比较相似，所含的多糖结构也相似。因此，推测银耳和新型隐球酵母可能有亲缘关系。可是 Kwon-Chung K.J (1978)，推翻小林等人的这种假设，并证明新型隐球酵母是新型线黑粉菌 *Filobasidiella neoformans* 的无性世代。因此，我们决不能单从银耳的无性世代出现酵母状分生孢子就断定它和新型隐球酵母有亲缘关系。

台湾的陈炳熙和候信雄 (1979年) 在《银耳的生活史》一文中写道，担孢子和酵母状分生孢子都是单核体。萌发后产生初级菌丝。初级菌丝有时候产生青霉菌型分生孢子梗和分生孢子。这种分生孢子梗具有青霉菌一样的扫帚状分枝，以芽管方式萌发，而后长成初生菌丝体。青霉菌型的银耳菌丝黑色。据我们的经验，酵母型的分生孢子总是在20—25℃下形成，而青霉菌型分生孢子则在28—30℃下形成。”据笔者及其同事的研究，陈候俩人关于银耳菌丝黑色，能产生青霉菌型分生孢子的论点是完全错误的。可以断定该氏所观察的菌株，实际上就是国内通称的羽毛状菌丝或“香灰”菌丝，它是一种子囊菌的无性阶段，而不是银耳菌丝。

总而言之，银耳的生活史是比较复杂的，各人的看法也不尽一致。笔者根据国内的研究结合自己的看法把银耳的生活史归纳如下：



在研究银耳生活史的时候，弄清银耳的交配型对未来我国银耳的育种工作是极重要的。

银耳究竟是同宗结合的或者是异宗结合的呢？小林和椿氏的研究，回答了这一个问题：银耳是异宗结合的，典型的四极性菌类。

小林氏和椿氏 (1965年)，用下述方法确定银耳的极性。取一个块纯培养的有成熟子实层的耳片 (Takakuki 菌株)，贴在培养皿的内面，让担孢子弹射到琼脂表面，在担孢子萌发之前，用人工方法使之散开，把单孢子来的，发芽的细胞

移植到马铃薯蔗糖琼脂上，从不同的担孢子得到20管这样的单孢子培养物，让所有的萌发物在试管中的斜面上进行配对，有形成锁状连合的表示形成双核菌丝，但为了避免和不完全的锁状的原芽管相混，在某些情况下，要靠形成子实体来判断。因此，要一个月后进行观察。实验结果如下表所示：

	A ₁ B ₁	A ₂ B ₂	A ₁ B ₂	A ₂ B ₁
1	- - - -	- -	- -	- -
5	- - - -	- -	- -	- -
A ₁ B ₁ 6	- - - -	- -	- -	- -
8	- - - -	- -	- -	- -
A ₂ B ₂ 2	+ + + +	- -	- -	- -
9	+ + + +	- -	- -	- -
A ₁ B ₂ 3	⊖ ⊖ ⊖ ⊖	- -	- -	+ +
4	⊖ ⊖ ⊖ ⊖	- -	- -	+ +
A ₂ B ₁ 7	- - - -	⊖ ⊖	- -	- -
10	- - - -	⊖ ⊖	- -	- -

注：+表示形成锁状连合，
-表示不形成锁状连合，
⊖表示有短菌丝和锁状连合，但决不形成双核菌丝和子实体。

另一菌株(yaku)也得到相似的结果。这些事实表明，银耳是异宗结合的，典型的四极性菌类。

五、银耳的生物学特性

银耳的生活条件及各因子对它的影响

银耳和香菇、黑木耳一样也是一种从枯死了的阔叶树的木材中吸收现成的营养物质的木腐菌，营腐生生活方式。其生活条件包含，水分、营养、空气、温度、光线、酸碱度、时间、空间和生物因子等。为了搞好银耳的段木和瓶栽，必须对银耳的生物学特性，即上述生活条件的具体要求和反应有深入的了解。现将有关的研究综述如下：

1. 水分：水分是银耳生命活动的首要条件，和香菇相比银耳在生育过程中，要求更潮湿的环境。实验表明，担孢子在蒸馏水中就能萌发（但比例很少），在水中或培养液中绝大多数担孢子以出芽方式形成酵母状分生孢子，接种时段木中的含水量以42—47%为宜，（木屑培养基以65—70%为宜），子实体发生时段木木质部的含水量以42—47%为宜，树皮含水

量44—50%，空气中的相对湿度以80—95%为宜。银耳菌丝耐干旱，不耐水湿（长期干旱银耳菌丝不易死亡，而伴生菌——羽毛状菌丝死亡；长期浸水，部分菌丝变酵母状分生孢子，羽毛状菌丝生长正常。

2. 营养：营养是银耳生命活动的物质基础，也是丰产的根本保证。银耳是一种分解木材能力较弱，同时又是一种早熟短命的胶质菌。因此，要使银耳生长发育得好，达到优质丰产。必须选用营养丰富（特别是可溶性物质多的，边材发达、心材小，木质松软，易被分解）的树种作如木。

据实验，银耳菌丝和酵母状分生孢子能同化如下碳源：葡萄糖、蔗糖、半乳糖、麦芽糖、甘露糖、木糖、纤维二糖、乙醇、醋酸钠，不能同化乳糖、纤维素，可溶性淀粉，乙二醇、丙二醇、丙三醇。能同化如下氮源：有机氮（马铃薯煎汁、酵母浸膏、铵态氮；硫酸铵，不能同化硝酸钾。在自然界中银耳必须有子囊菌——羽毛状菌丝当开路先锋、为之分解木材，提供可溶性的营养物质，才能正常地生长发育，完成它的生活史。）

此外，在银耳适生树（如枹栎、杜英、赤杨叶）的树皮浸出液中，酵母状分生孢子发生特别旺盛，培养基中加入过磷酸钙或羽毛状菌丝的培养液对孢子萌发有明显的促进作用。

3. 温度：银耳是一种中温型耐寒力很强的真菌。温度对银耳孢子的萌发，菌丝的生长，子实体的发育影响如下：担孢子在蒸馏水中及枹栎树皮浸水液中，在28℃，经48小时，在16℃经52小时，就形成酵母状分生孢子，酵母状分生孢子在2℃，放置24小时不会失去萌发力，在-17.7℃放2小时也不会失去萌发力（据大正十四年，三村钟三郎）。银耳担孢子在20—25℃萌发，菌丝在0℃不会死亡，在2℃不生长，在3—5℃长一点点，在12℃以上，随着气温上升生长逐渐加快，越长越旺，在20—28℃（25—28℃）长得最好，30℃还能发育，35℃发育极不良，38℃完全不长，在-17.7℃，52小时就会死亡（以上据广江勇）。子实体在18—23℃发生最好，在20—26℃也可以生长，但朵型小，耳片薄，（据笔者，深井三郎）。

4. 氧气：银耳是一种好气性真菌。只有供应新鲜的氧气才能正常开片。瓶栽时如果水分太多、空气不足，原基分化迟，纽结团长期不开片。因此，栽培场所要有徐徐的清风。

5. 阳光：银耳虽然不是绿色植物，但仍然需要一定的漫射光，理想的栽培场应选择在“三分阳、七分阴，花花阳光照得进”的林内或室内。在50—600烛光/米的光照条件下银耳的生长发育都很正常。

6. 酸碱度：实验表明，在PH5.2—7.2范围内银耳菌丝都能正常生长，在5.2—5.8范围内尤为适合。

7. 时间：纯菌种（酵母状分生孢子和银耳菌丝）保存的时间长，有变黄的趋势。为了得到雪白的银耳，应从色泽洁白的家生银耳或野生银耳中进行采种。

8. 生物因子

利用棉花纤维，滤纸崩解法测定，银耳菌丝几乎没有分解纤维素的能力；利用间苯三酚——浓盐酸染色法测定，得知银耳几乎没有分解木质素的能力，用刘哥氏液（碘化钾—碘液）染色法发现，银耳基本上不能利用淀粉。因此，在自然条件下，银耳要完成它的生活史，除了要有上述各种条件之外，还需要一个特殊的生活条件，需要一种生物因子——需要一种被人称为羽毛状菌丝或“香灰”的子囊菌，来帮助它分解木材，作为开路先锋，没有这一种

“开路先锋”银耳是长不进木材的，也就生活不下去了。羽毛状菌丝可以帮助银耳分解木材，提供营养，把银耳菌丝无法直接利用的材料变成可被利用的营养成分。这样就有利于银耳孢子的萌发，菌丝的定殖和子实体的生长发育。有利于银耳种的延续。这种巧妙的组合，是长期自然选择的结果，也就是说进化来的。

总而言之，上述各因子是综合对银耳发生影响的。我们在栽培过程中必须尽可能地满足银耳对上述生活条件的要求，才能得到理想的栽培效果。

六、银耳的栽培

二、鉴于自然界中野生的银耳是那么稀少。因此，近代国内外许多真菌学工作者都想研究它，和利用它。但是，由于对银耳的生物学特性了解不够，大多遭到失败，成效甚微。在我国近代银耳栽培史上，吴冰心（1914年），王清水（1929年），褚孟胜（1931年），胡泽（1932），郑穆熙（1934年），潘志农（1933年），陶约翰（1935年），项公传（1940年），陈文毅（1941年），陈鸿逵、杨新美（1945，1950年），周振汉（1947年），徐世耕（1960年），杨庆尧（1960年），陈梅朋（1964年）等人都为发展我国的银耳栽培事业作了许多探索性的研究工作。笔者及其同事，在认真吸收先辈宝贵知识的基础上，就银耳生活史、生物学特征，菌种的分离、培养以及栽培作了一系列的研究，阐明于银耳特殊的生活规律，找出一套完整生产菌种的方法，并普及到全国各地，使目前我国的银耳栽培事业得以顺利发展、单产大大提高，总产成几十倍增长。现以福建省银耳段木栽培（瓶栽因不收购不算在内）为例说明之。

1954年野生银耳最高的收购量是2.44吨，目前的年产量都控制在100吨左右。

1970—1979年福建省银耳的收购量

年 代	收 购 量 吨
70	17.68
71	71.44
72	44.41
73	33.53
74	88.89
75	115.09
76	43.90
77	43.90
78	58.95
79	100以上

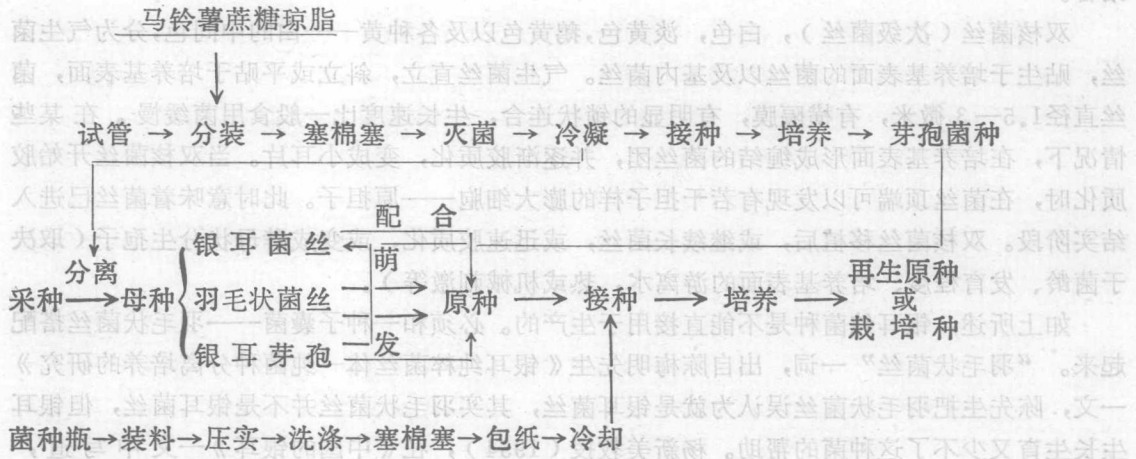
据福建省土产畜产分公司厦门支公司统计

大家都知道，获得优良的菌种是银耳段木栽培和瓶栽的关键，也是银耳品种选育工作的第一关。在所有已被栽培的食用菌和药用菌当中，银耳菌种的分离和保存都是比较困难的。

不仅国内许多科研单位和栽培者认为银耳的菌种不易分离，不易提纯；就连菌类栽培事业很发达的日本，也同样感到困难。例如，东京农工大学教授中村克哉（1970年写道“シロキクラケ”は有望なキノコであるが，菌の分离と保存法が困难であり，种菌の价がシイタケにくらべて著しく高くしかも优秀的菌が入手困难である；森喜作食用菌研究所深井三郎博士写道“……前に述べたように研究半ばなので，发表には时期尚早と思われるが……”由此，可见，日本银耳菌种之研究是没有过关的……。

为了便于国内栽培者今后继续深入研究，现将银耳菌种分离培养的要点介绍如下：就分离方法而论，银耳菌种和其他食用菌的分离方法是相同的，即可以采用孢子弹射分离法，组织分离法（耳基分离法）和耳木（基内菌丝分离法）来得到银耳的纯菌种。如上所述，银耳担孢子在一般培养基中不易萌发成菌丝，而以出芽殖的方式形成酵母状分生孢子；银耳菌丝不能单独在木头中生长，必须和羽毛状菌丝配合在一起，才能正常正常生长发育。因此，在生产银耳菌种之前，必须先获得银耳的担孢子，或酵母状分生孢子；银耳菌丝，和羽毛状菌丝（或称“香灰菌丝”）。然后，再把酵母状分生孢子和羽毛状菌丝，或者银耳菌丝和羽毛状菌丝搭配起来，接种到木屑米糠培养基中，培养成原种或栽培种。

为了节省篇幅，现将菌种生产流程揭示于次：



银耳菌种生产流程

在生产银耳菌种的过程中，培养设备和条件固然是很重要的，但识别银耳菌种的真假优劣及纯度以及掌握其特性则更为重要。为了便于初学者识别和生产银耳菌种，现将银耳菌种的宏观特征、显微特征和培养特征概述于次：

银耳担孢子弹射之后，孢子印白色。担孢子卵形，基部有小尖，镜下透明无色， $5.5-7 \times 5-5.3$ 微米（不同菌株，孢子大小有一些差异）。担孢子在耳片表面形成次生担孢子，或萌发成菌丝或芽殖成酵母状分生孢子。在培养基表面，担孢子首先以出芽方式增殖，形成酵母状分生孢子，通常不易萌发成菌丝。酵母状分生孢子圆形或阔椭圆形， $2-5$ 微米，大小不等。培养 $4-5$ 天之后，有些出了芽的细胞开始长出单核菌丝（初级菌丝），并开始结合（质配）形成双核菌丝（次级菌丝）。酵母状分生孢子的菌落，在外观上和酒精酵母相似，但粘稠性较小，有时有流动性，炼乳状，初乳白色，后微黄色，最后为淡黄褐色，有金属光泽。孢子萌发后，在菌落边缘的培养基表面上出现肉眼可见的，无色至白色的，纤细的银耳菌丝。

单核菌丝（初级菌丝）从孢子的——端或侧面长出，菌丝单条或两条，不分枝或分枝，直径 $1-1.5$ 微米，罕达 3 微米，内有许多颗粒状物，有横隔膜，没有锁状连合，其顶端罕有分生孢子。分生孢子和初级菌丝之间或两条单核菌丝之间产生结合，罕由两个分生孢子进行结合。

双核菌丝（次级菌丝），白色，淡黄色，鹅黄色以及各种黄——白的中间色，分为气生菌丝，贴生于培养基表面的菌丝以及基内菌丝。气生菌丝直立，斜立或平贴于培养基表面，菌丝直径 $1.5-3$ 微米，有横隔膜，有明显的锁状连合，生长速度比一般食用菌缓慢。在某些情况下，在培养基表面形成缠结的菌丝团，并逐渐胶质化，变成小耳片。当双核菌丝开始胶质化时，在菌丝顶端可以发现若干担子样的膨大细胞——原担子。此时意味着菌丝已进入结实阶段。双核菌丝移植后，或继续长菌丝，或迅速胶质化，或变成酵母状分生孢子（取决于菌龄、发育程度、培养基表面的游离水，热或机械刺激等）。

如上所述，银耳纯菌种是不能直接用于生产的。必须和一种子囊菌——羽毛状菌丝搭配起来。“羽毛状菌丝”一词，出自陈梅明先生《银耳纯粹菌丝体——纯菌种分离培养的研究》一文，陈先生把羽毛状菌丝误认为就是银耳菌丝，其实羽毛状菌丝并不是银耳菌丝，但银耳生长生育又少不了这种菌的帮助。杨新美教授（1954），在《中国的银耳》一文中写道，“此外，有一种灰绿色的淡色线菌及一种球壳菌（未作鉴定）经常与白木耳伴随生长，耳农称前者为“新香灰”，后者为“老香灰”，认为是银耳的变态，并认为与产量有极其重要的关系。根据初步观察，二者确与银耳相伴，前者约占产耳段木总数的 77.4% ，后者约占 74.5% ，而且在湿润的气候下，新香灰经常也发生在老香灰的黑色子座上。在培养中尚未断定其间的关系，它们可能在营养上与银耳有着深切的相关，但它们并非银耳的一个世代是可以肯定的（在它们的菌种培养上并未发现其相互转化的迹象）”。据笔者十五年来观察和鉴定，羽毛状菌丝是几种子囊菌的分生孢子阶段，和银耳有关的“羽毛状菌丝”肯定不只一个种，可能有几个种，分属于碳团属及碳豆属，其中有一种已经查明是阿氏碳团（*Hypoxyylon archeri*）。

羽毛状菌丝，（在福建又被称为耳友菌丝）白色，羽毛状，常有特别细长的主干和侧生

的略呈“羽毛”状的分枝，老菌丝变浅黄，浅棕色，基部有时带黑绿色，培养基表面的气生菌丝灰白色，细绒状，有时有碳质的黑疤，培养基逐渐由淡黄褐色变为黑色，分生孢子少见，若产生时为黄绿色至草绿色，近椭圆形，3—5微米，在段木表面可以形成扁平的黑色子座，子囊中有子囊孢子8个。（有关羽毛状菌丝的分类将另文讨论）。

附录

1. 银耳母种分离和保存的培养基

例一 马铃薯葡萄糖或蔗糖培养基

马铃薯（去皮） 200—250克

葡萄糖或蔗糖 20克

琼脂 20—25克

pH 5.2—6.8

水（加至） 1000毫升

2. 银耳原种培养基

例一 木屑米糠培养基：

阔叶树（适生树种如盐肤木，枫香，千年桐，法国梧桐，拟赤杨，栓皮栎等）的木屑

78%

细米糠或麸皮

18%

蔗糖（红、白均可）

1%

石膏或碳酸钙

1%

水

适量

3. 瓶栽和袋栽培养基

精选阔叶树木屑

100斤

麸皮

25—30斤

蔗糖

2.5斤

石膏

2.5斤

黄豆

2.5斤（磨浆）

水

约130—145斤

栽培方法（略）

七、银耳酵母状分生孢子的研究

近年来，国内已有若干单位研究了银耳“芽孢”的工业生产工艺并取得一定的成绩。现将日本研究的情况、摘译如下：

①氮源浓度对银耳（T—19）酵母状细胞（yeast-like cells“芽孢”）多糖的产量及细胞生长的影响。（引自kakuta等人 1979年）

酵母浸膏 %	葡萄糖的利用	多糖的产量毫克 /100毫升培养液	细胞干重毫克 /100毫升培养液
0.15	64	577	744
0.2	74	635	1345
0.3	90	775	1632
0.4	95	815	2050
0.5	100	734	1820

注：基础培养基的组成：葡萄糖 6%，磷酸氢二钾、磷酸二氢钾、七水硫酸镁各 0.05%，在 30℃，振荡培养 5 天。

②碳源对银耳(T-19)酵母状细胞多糖产量的影响 (引自kakuta等人 1979)

碳源浓度 5%	培养液最终PH	利用率 %	多糖的产量毫克 /100毫升培养液
乙二醇	3.7	—	83
丙二醇	6.7	—	180
丙三醇	6.7	—	415
葡萄糖	6.4	100	750
半乳糖	6.4	92	570
甘露糖	6.4	98	735
木糖	6.1	96	778
麦芽糖	6.4	76	360
蔗糖	6.5	—	720

注：基础培养基的组成：0.4%酵母浸膏，磷酸氢二钾，磷酸二氢钾、七水硫酸镁各 0.05%。用小型发酵罐培养（体积 10 升，培养液 6 升），每分钟通气量 5—6.5 升，搅拌速度每分钟 300 转。培养后 3 天内葡萄糖利用最快，随着银耳酵母状细胞数量的增加，多糖也积累了，每升培养液含银耳胞外多糖达 8 克。

主要参考文献

1. 吴冰心 (1914年)：滋养品白木耳之研究 《博物学杂志》1(1): 1—4。
2. 王清水 (1929年)：人工栽培银耳秘法讲义 民生化学工业出版社
3. 褚孟胜 (1931年)：银耳培养法 中国农业书局
4. 胡泽 (1932年)：四川白木耳(银耳)之研究 《科学》第16卷第三期P437—443

5. 汤腾汉(1933年): 木耳、白木耳(银耳)、金耳之成份及其营养价值《国立山东大学科学丛刊》1卷2期, 246—253
6. 郑稷熙(1934年): 四川白木耳(银耳)概论《科学》第18卷第一期P.18—26
7. 潘志农(1933年): 四季要培人工种菇大全 三山农艺社出版P.78
8. 郑稷熙(1935年): 四川银耳《中华农学会报》136:62—72
9. 陶约翰(1940年): 中国白木耳栽培法《新科学》3:125~134, 227~236
10. 项公传(1941): 贵州遵义白木耳栽培法《病虫害知识》1:15~19
11. 陈文毅(1941): 银耳栽培法《新农林》1(2):4—11
12. 陈鸿逵, 杨新美(1945): 白木耳之人工栽培试验《科学》28(1):75—76
13. 周振汉(1947年): 白木耳之研究《华西医药杂志》第三卷, 4, 5, 6期合刊31—33
14. 杨新美(1954年): 中国的银耳《生物学通报》第十二期 P15—17
15. 杨新美(1960年): 白木耳田间接种试验 华中农学院油印本
16. 徐世耕(1958年): 银耳和木耳 中国农业出版社
17. 素波(1959年): 怎样培植白木耳(银耳)《江西中医药》第12月号 P.28—30
18. 扬庆尧(1960): 银耳纯菌种的制作技术 上海师范学院生物系 油印本
19. 陈梅朋(1964): 银耳纯碎菌丝体——纯菌种分离培养的研究(内部资料)
20. 邓庄(1966): 大型真菌人工栽培的研究 植物学报第14卷第二期P151—171
21. 福建省三明真菌试验站(黄年来编)(1967): 银耳栽培法基本知识 油印本
22. 黄年来(1976): 银耳属若干种的培养《真菌试验》P.12—14
23. 黄年来(1978): 怎样防止银耳菌种的退化《第二次微生物遗传与育种学术讨论会论文摘要汇编》中国微生物学会编印
24. 黄年来(1979): 银耳栽培技术问题解答集《真菌试验》P.216—238
25. 陈炳照和侯信雄(1979年): 银耳的生活史 台湾蘑菇第三期, 第一卷P19—27
26. 西野(1931年)白木耳栽培全书日本东京富农协会栽培场
27. 木暮藤一郎(1932): 最新香菇栽培法(附白木耳栽培法)东京有诚堂书店发行
28. 广江勇(1955年): 最新茸类栽培法产业书株式会社P247—263
29. 岩出亥之助(1960): 改订增补キノコ类的培养法地球出版キノコ
30. 中村克哉(1970): シロキクラケの观察(抄译)《菌草》第十六卷第一号P14—19
31. 深井三郎(1971): シロキクラケの栽培法《きのこ》第12月号P69—73
32. 鹤饲茂夫等人(1974年): 真菌中的多糖体 I: 银耳水提取液中酸性异多糖的纯化和特性
《Chem. and pharm. Bull.》22(5)1102—1107
33. G. C. Ainsworth and Bisby(1961): Dictionary of the Fungi 5th edition C.A.B
34. P. C. Chen and H. H. Hou(1978): Tremella fuciformis in S. T. Chang and W. A. Hayes's《The Biology and cultivation of edible Mushrooms》P629—643
35. Kakuta, M; Sone, Y; Umeba, T; Misak, A(1979): Comparative structural studies on acidic heteropolysaccharides isolated from "shirokiku-rage" fruit body of Tremella fuciformis Berk. and the growing culture of its yeast-like cells《Agricultural and Biological chemistry》43(8)1659—1668
36. Kawamura, S(1909): White jelly mushroom Bot. Mag. Jpn. 23, 113
37. Kimura, S. (1909): studies on the cultivation of white jelly mushroom For. Res. Rep. Jpn. 1, 109—113
38. Yosio Kobayasi and Keisuke Tubaki(1965): Studies on Cultural characters and asexu-

al reproduction of Heterobasidiomycetes I. Trans. Mycol. soc. Japan. Vol. VI NO 2. P29—36.

- 39. Kwon-chung K. J (1978): Morphogenesis of *Filobasidiella neoformans* the sexual state of *Cryptococcus neoformans* Mycologia 68:821—833
- 40. M. Langeron and R. Vanbreustghem(1965): outline of Mycology p235—256
- 41. Macus Tien kuo and Lung-chi Wu(1972) Base composition of Deoxyribonucleic acid isolated from Mushrooms《Mushroom science》VIII P.441—451.
- 42. Whelden R. M(1934): Cytological studies in the Tremellaceae I Tremella Mycolgia 26. 415—435

12. 魏德美 (1945) : 白木耳之人工栽培技术 《科学》 28(1):75—78

13. 魏德美 (1947) : 白木耳之研究 《华西医药杂志》 第三卷, 4, B, C 期合刊 31—33

14. 魏德美 (1954) : 中国的木耳 《生物学报》 第十二期 P15—17

15. 魏德美 (1960) : 白木耳田间选种技术 华中农学院印

16. 徐世群 (1958) : 银耳和木耳 中国农业出版社

17. 常斌 (1958) : 凉拌银耳白木耳(木耳) 《江西中医药》 第12月号 P.38—39

18. 赵汝清 (1960) : 银耳和木耳的栽培技术 上海农业出版社

19. 魏德美 (1964) : 银耳和木耳的栽培技术——银耳和木耳的栽培(内部资料)

20. 赵汝清 (1965) : 大型真菌人工栽培的初步研究 《菌物学报》 14卷第2期 P151—171

21. 魏德美 (1967) : 银耳和木耳的栽培技术 《菌物学报》 16卷第1期 P1—14

22. 黄平来 (1978) : 银耳属若干种的培养 《真菌学报》 P.12—14

23. 黄平来 (1978) : 银耳和木耳属的退化 《第二次微生物学国际会议论文摘要汇编》 中国微生物学会编印

24. 黄平来 (1978) : 银耳栽培技术问题的解答 《真菌学报》 P.216—233

25. 魏德美和徐世群 (1979) : 木耳的生活史 台湾菌物学杂志, 第一卷 P19—27

26. 西野 (1931) : 白木耳栽培全日本东京农业协会栽培

27. 木暮廉一 (1932) : 最新香菇栽培法(附白木耳栽培法) 东京有诚堂书店发行

28. 广江 (1958) : 最新耳类栽培法 农业出版社 P217—233

29. 岩田文之助 (1960) : 栽培木耳のニ関する研究 农业出版社 P14—18

30. 中村克敏 (1970) : シロキノコの観察(抄録) 《菌物》 第十六卷第一号 P14—18

31. 藤井三郎 (1971) : シロキノコの栽培法 《きのこ》 第12月号 P69—78

32. 魏德美等人 (1974) : 真黑中的之菌株 I: 银耳木担孢囊中散生芽孢的致病性特征 《Chem and pharm. Bull.》 22(5):1102—1107

33. G. C. Ainsworth and Bishop (1961): Dictionary of the Fungi 5th edition C. A. B.

34. P. C. Chen and H. H. Hou (1978): Tremella fuiformis in S. T. Chang and W. A. Hayes's 《The Biology and cultivation of edible Mushrooms》 P623—643

35. Kakuta, M, Sone, Y, Umeha, T, Miska, A (1979): Comparative structural studies on acidic heteropolysaccharides isolated from "shirokiku-rage" fruit body of Tremella fuiformis Berk. and the growing culture of its yeast-like cells 《Agricultural and Biological Chemistry》 43(8):1659—1668

36. Kawamura, S (1969): White jelly mushroom Bot. Mag. Jpn. 33, 113

37. Kimura, S (1969): studies on the cultivation of white jelly mushroom For. Res. Rep. Jpn. 1, 109—113

38. Yorio Kobayasi and Keisuke Tubaki (1985): Studies on Cultural characters and sexu-